

LA NEUROPSICOLOGIA EN CAJAL: ANTECEDENTES DEL "NEOFUNCIONALISMO ESTRUCTURAL"

MARIANO CHOLIZ MONTAÑÉS
LUIS MAYOR MARTÍNEZ
Dpto. de Psicología Básica
Universidad de Valencia

RESUMEN

Ramón y Cajal es uno de los investigadores más insignes de la historia de la ciencia. Sus hallazgos histológicos acerca de la estructura del sistema nervioso revolucionaron la neurología de su tiempo y son la base de la moderna neurobiología actual. No obstante, la influencia de Cajal no se limitó a la investigación en neurohistología.

En el trabajo que presentamos a continuación exponemos la concepción de Ramón y Cajal sobre los procesos psicológicos, así como los principios y postulados sobre los que se basa dicha concepción. Para finalizar, defendemos el aserto de que la construcción psicológica de Cajal puede entenderse como un antecedente de lo que Carpintero (1987) ha dado en llamar "neofuncionalismo estructural".

1. INTRODUCCION

Como acertadamente expresa López Piñero (1986), "Cajal es todo lo contrario de un clásico científico olvidado, tanto en España como en la comunidad científica internacional" (pg. 5). Don Santiago tuvo la suerte de que dicho reconocimiento y prestigio no se produjera póstumamente, sino que en vida fue un punto de referencia imprescindible para el estudio de la actividad científica española. Pero si ese fenómeno es ciertamente inusual en el territorio de la piel de toro, lo verdaderamente significativo es el hecho de que hoy en día gran parte de su obra mantenga su vigencia y actualidad en una ciencia que, como la neurobiología, tanto ha avanzado desde que hace casi cien años nuestro ilustre publicara su obra más extensa.

Su incansable trabajo y la idea de "salvación de España a través de la ciencia", unido al su extraordinario prestigio nacional e internacional favorecieron la consolidación de una escuela neurológica de extraordinaria importancia de la que emergieron figuras tan relevantes como Tello, de Castro, del Río Ortega o Lorente de Nó. Todos ellos fueron investigadores de reconocido prestigio valedores también del galardón de la Academia de Estocolmo. Algunos, como el también aragonés Lorente de Nó, fueron presentados en varias ocasiones para la obtención de dicho Premio.

Semejante núcleo de investigación neurológica no podía ser independiente de los estudios psiquiátricos. La figura de Cajal también se reconoce como pilar fundamental de la Escuela de Psiquiatría de Madrid, de la que Achúcarro quizás sea su paladín más representativo. Nuestro trabajo pretende presentar el pensamiento psicológico de Cajal e intentar relacionarlo con algunas de las orientaciones más relevantes en

neuropsicología. La estructura de este artículo se divide en tres partes fundamentalmente:

- .Principios y postulados de la psicología de Cajal.
- .Concepción cajaliana de los procesos psicológicos.
- .Significado histórico de la obra de Cajal en neuropsicología: Cajal como antecedente del "neofuncionalismo estructural".

A pesar de lo que hemos señalado, Ramón y Cajal no presenta ningún tratado en el que se exprese específicamente su concepción sobre los procesos psicológicos, sino que dicho aspecto debe entresacarse de su obra histológica y literaria. En los ensayos y otras obras literarias, a las que Cajal era aficionado, expresa de manera informal conjeturas y opiniones psicológicas en la mayoría de las ocasiones como ejercicio retórico y reflejo de su intelectualidad. Es en estas obras donde presenta sus opiniones acerca de la voluntad, educación, ejercicio del talento, etc. No obstante, la aportación más relevante acerca de los procesos psicológicos está presente a lo largo de sus trabajos sobre histología y fisiología del sistema nervioso, como no podía ser de otra manera, tal y como expondremos a lo largo de nuestro trabajo. Para Cajal la actividad mental emana del funcionamiento neuronal, por lo que el estudio de las funciones mentales debe realizarse mediante el estudio de la morfología y funcionamiento del cerebro, que es precisamente su obra científica más importante.

2. PRINCIPIOS Y POSTULADOS DE LA PSICOLOGIA DE CAJAL

a. Positivismo

Toda la obra científica de Cajal se fundamenta en la filosofía positivista de Comte y la metodología experimental de Claude Bernard. La defensa a ultranza de los datos sobre las teorías, la necesidad de elaboración de leyes mediante metodología inductiva, el convencimiento de que el conocimiento y aplicación de dichas leyes nos favorecerá la predicción y control sobre los fenómenos de la naturaleza, el abandono del estudio de las causas, o la negación de la metafísica no son sino algunos de los principios básicos presentes en toda su quehacer científico (Chóliz, 1992).

"...Mas por una vez abrigaba la certidumbre de no haberme equivocado; porque en realidad las leyes enunciadas venían a ser la expresión ingénuo de los hechos, sin mezcla alguna de subjetivismo. No se trataba ahora de una hipótesis más, sino de una inducción legítima con todas las garantías de certeza apetecibles. Estaba demasiado escarmentado por el error cometido al interpretar temerariamente la estructura del tejido muscular, para proceder de ligero o dejarme seducir por una mera concepción teórica, propia o ajena". (Ramón y Cajal, 1981, pp. 75-76)

"Otra verdad, vulgarísima ya de puro repetida, es que la ciencia humana debe descartar, como inabordable empresa, el esclarecimiento de las causas primeras y el conocimiento del fondo sustancial oculto bajo las apariencias fenomenales del Universo. Como ha declarado Claudio Bernard, el investigador no puede pasar del determinismo de los fenómenos, su misión queda reducida a mostrar el cómo, nunca el porqué de las mutaciones observadas. Ideal modesto en el terreno filosófico, pero todavía grandioso en el orden práctico, porque conocer las condiciones bajo las cuales

nace un fenómeno nos capacita para reproducirlo o suspenderlo a nuestro antojo y nos hace dueños de él, explotándolo en beneficio de la naturaleza humana. Previsión y acción, he aquí los frutos que el hombre obtiene del determinismo fenomenal". (Ramón y Cajal, 1941, pg. 16).

b. Materialismo mecanicista

Los hombres forman parte de la naturaleza. La actividad mental no es una excepción, de forma que cualquier función psíquica se produce directamente debido al funcionamiento neuronal. Es preciso conocer el cerebro para averiguar el cauce material del pensamiento y de la voluntad, puesto que las características materiales, constitucionales de nuestro sistema nervioso determinan nuestro conocimiento y percepción de la realidad (espacio, tiempo, causa, fuerza...).

La textura cerebral, no obstante, se modifica por el entrenamiento mental, de forma que las influencias ambientales, mediante en ejercicio psicológico apropiado, establecen en el cerebro estilos y modos de asociación celular diversos para cada persona, de los cuales dependerá el intelecto y la personalidad.

Cajal llega todavía más lejos en su posición materialista, hasta el punto de establecer un substrato material al hipotético factor dinamizador de la actividad mental:

"Pero es indudable que en el cerebro superior, además de la riqueza y excelencia de las asociaciones, exista un factor dinámico, importantísimo y cuya energía y modo de acción varían notablemente según los sujetos, Ese algo ignoto parece ser independiente de las vías de conducción y tiene por misión estimular y sostener la combustión en el horno del pensamiento... Este principio misterioso, llámese alma, voluntad, actividad, energía... debe radicar también en un substratum material, subordinándose a la actividad de alguna especial categoría de células nerviosas. Pero, ¿cuáles son estas células privilegiadas?"

"En presencia de tan oscuro enigma no queda otro remedio que aventurar una conjetura. Según es bien sabido, las cortezas tienen dos órdenes de elementos nerviosos: las pirámides, o células de axón largo y los corpúsculos de axón corto... Ahora bien: ¿no podrían representar estas células de axón corto, tan características del cerebro humano, el substratum material del mencionado factor dinámico? ¿sería harto aventurado atribuirles el papel de condensadores de energía (energía que cedería en determinadas condiciones a las vías principales), al par que los conmutadores de corriente conmemorativa?. Ese misterioso guardafrenos que modifica incesantemente los empalmes de los delicados rieles de la idea, que ceden o quitan tensión a la locomotora, ¿no sería quizás alguna de las numerosas variedades de células de axón corto (las bipenachadas, por ejemplo) residentes en las zonas de la corteza o asociación?" (1905, pg. x).

A pesar de lo dicho, reconoce que en ese momento la ciencia todavía no es capaz de explicar de qué manera se produce la aparición del proceso mental a raíz de la actividad neuronal:

"Tal es aún, por desgracia la posición intelectual de la ciencia contemporánea en presencia del gran arcano cerebral. Conoce y puntualiza miles de estaciones y vías principales y secundarias, centros de conmutación y órganos periféricos en donde la energía brota o se consume (sentidos o músculos), pero es incapaz de decirnos cómo un movimiento vibratorio de la materia se convierte en un hecho de conciencia". (1905, pg. x).

No obstante, fiel a su posición positivista, el hecho de desconocer la forma en que un hecho físico o químico se transforma en mental, lejos de convertirse en un inconveniente, no representa sino una de las características deseables de la ciencia y es preciso el estudio de dicha urdimbre neuronal para el conocimiento de los procesos mentales que emanan de ella:

"Cierto que por mucho que se descubra no se llegará a contemplar objetivamente el pensamiento, ni se averiguará por qué un movimiento molecular, en lo objetivo, resulta una percepción en lo subjetivo; pero se determinarán todas las condiciones quimicobiológicas de los hechos mentales y esto bastará a la fisiología. Podrá modificar y prever. ¿Qué ciencia ha logrado más?. (1905, pg. xi).

c. Evolucionismo

El ser humano representa el grado máximo de evolución en la escala filogenética debido fundamentalmente a que ha desarrollado un sistema de conexiones cerebrales más complejo y dinámico. La diferencia no estriba en el número de células ni en el tamaño de las mismas, sino en la cantidad y cualidad de sus conexiones. El mayor número de conexiones corticales ha favorecido que el *homo sapiens* supere a muchos animales mejor dotados de receptores sensoriales con la emergencia de funciones psicológicas superiores.

No obstante, el proceso evolutivo no está finalizado, sino que el cerebro es susceptible de modificabilidad, tanto ontogenética, como filogenética. Dicho perfeccionamiento facilitará a las generaciones venideras posibilidades mentales inaccesibles para el hombre de hoy:

"Quién sabe si, a fuerza de siglos, cuando el hombre, superiormente adaptado al medio en que vegeta, haya perfeccionado sus registros óptico y acústico, y el cerebro permita combinaciones ideales más complejas, podrá la Ciencia desentrañar las leyes más generales de la materia dentro de las cuales, y como caso particular de las mismas, se encerrará quizá el extraordinario fenómeno de la vida y del pensamiento" (1941).

d. Reduccionismo

No se conciben las funciones psicológicas sin actividad neuronal. Sólo cuando lleguemos a conocer los mecanismos de dicha actividad neuronal seremos capaces de entender la vida mental.

Así pues, la psicología cajaliana es reduccionista. Intenta explicar todos los aspectos de la vida mental en base a fundamentos fisiológicos. Los mismos principios

que rigen la fisiología son los que determinan las funciones psíquicas. Tal es así, que a la psicología objetiva Cajal la denomina en ocasiones *histología psíquica* y argumenta que el objetivo de la histología psíquica es "subordinar la serie de los actos psíquicos reflejados en la conciencia a una serie paralela de fenómenos psicofísicos obrados por las células".

"Sólo cuando la técnica histológica permita por la perfección y sensibilidad de sus métodos esclarecer en cada caso particular las lesiones celulares que condicionan la perturbación dinámica cerebral, entrarán las patologías mental y moral en una vía seriamente científica." (1894, pg. 290).

3. CONCEPCION CAJALIANA DE LOS PROCESOS PSICOLOGICOS

Como venimos señalando a lo largo de nuestro trabajo, para Cajal la actividad mental, psicológica, es inseparable de la actividad cerebral, fisiológica. La estructura del sistema nervioso determina las características de las funciones psicológicas, de forma que el procedimiento de estudio objetivo y genuino de la actividad mental debe ser histofisiológico.

Defiende no sólo la existencia de diferentes centros responsables de la percepción de distintas cualidades sensoriales (visión, olfato, oído y tacto), sino la diferenciación topográfica de distintas funciones mentales, tales como percepción y memoria.

Cajal concibe una categoría jerárquica triple de los centros cerebrales. Este aserto es puesto de manifiesto por una serie de hechos clínicos y anatómicos que demuestran la diferencia estructural entre diferentes centros, por ejemplo texturas diferentes entre los centros de percepción y memoria y dentro de cada una de dichas esferas entre sí. De igual manera, lesiones que afectan a reconocimiento o memoria visual no afectan a la percepción. Esto le lleva a sugerir que existen diferentes centros cerebrales responsables de funciones psicológicas distintas.

"Los centros conmemorativos primarios, o de las imágenes concretas, se encuentran en vecindad de los de la percepción... Los centros perceptivos son simétricos y bilaterales, mientras que los conmemorativos (tanto primarios como secundarios) son monolaterales (1897, pg. 1131). A lo que añade que las representaciones e imágenes visuales, acústicas o táctiles son diferentes en cada hemisferio y que los centros conmemorativos de ambos lados no poseen las mismas representaciones. Con ello se aumenta la capacidad cerebral, puesto que cada hemisferio posee recuerdos diferentes y se reúnen en zonas próximas, de acuerdo al orden que han aparecido, diferentes sensaciones referidas a un mismo objeto.

a. Percepción

Durante los años 1899 y 1890, Cajal realizó numerosos estudios para identificar los centros donde se reciben las aferencias sensoriales ("*centros de proyección*"), determinando la estructura y localización de la corteza visual, acústica, olfativa y motriz.

De los múltiples hallazgos en el estudio de la corteza perceptiva, resaltaremos tres de los más importantes:

Ley de la avalancha, o de la propagación nerviosa: la excitación de una célula se propaga en avalancha, por un número creciente de células, hasta el cerebro. Cita como ejemplo el caso de los receptores en la retina, de qué manera la excitación de uno puede activar numerosas células corticales.

"De lo expuesto hasta ahora se sigue que por escaso que sea el número de células sensoriales impresionadas, la excitación propagada al cerebro pone en conmoción un extraordinario número de corpúsculos piramidales de la corteza y por consiguiente es racional inferir que la sensación o percepción no resulte del trabajo de un corpúsculo nervioso, sino de muchos" (1895, pg. 498).

Papel de las células piramidales en la percepción de las imágenes, así como en la conservación de dichas imágenes hasta que sean rememoradas a voluntad o por la presentación de nuevo de la misma imagen (reconocimiento). Cada célula sensorial y cada grupo subordinado de pirámides cerebrales intervienen sucesivamente en la producción de imágenes distintas.

A tenor de este postulado, establece que existe unidad de percepción espacial y tonal, es decir, la estimulación de dos puntos idénticos en ambas retinas convergen en el cerebro en un solo grupo de pirámides isodinámicas.

"Bajo el aspecto anatomo-fisiológico, una percepción se distinguirá de otra perteneciente al mismo orden sensorial por el número y posición respectiva de los grupos de pirámides corticales puestos en conmoción".

"Es igualmente verosímil que el mismo grupo celular generador, en el orden subjetivo, de una sensación determinada, tenga también a su cargo la conservación en estado latente de esta misma percepción, o en otros términos, que la misma pléyade de pirámides corticales que interviene en la percepción de un sonido o de una imagen visual será así mismo la que, bajo la sollicitación de la voluntad, elaborará el recuerdo de estas sensaciones" (1895, pg. 499).

Descubrimiento y confirmación del entrecruzamiento parcial de las vías ópticas primarias, así como del entrecruzamiento de la vía piramidal del cerebro, neuronas eferentes, y las aferencias de la médula o del bulbo.

"Todo grupo piramidal sensorial no conserva sino aquellas impresiones que, en virtud de una impresión repetida, alcanzaron la energía necesaria para grabarse" (1895, pg 500).

b. Memoria

Cajal distingue dos tipos de centros cerebrales relacionados con la memoria: centros primarios y centros secundarios. En los primarios se depositan los "residuos de la percepción", y es donde tiene lugar el reconocimiento, identificación y otras

operaciones sencillas. En los secundarios se depositan "los residuos de residuos", es decir, síntesis, imágenes combinadas, nuevas representaciones sin carácter espacial, desasidas de la realidad y fruto de la actividad mental. Hipotetiza, aunque sin demostrarlo que pudiera existir centros terciarios, responsables de la imaginación científica o la creatividad.

Las imágenes se almacenan en los centros conmemorativos, o de asociación, que están íntimamente relacionados con los centros de la percepción. El substrato neuronal son células piramidales asociadas a los centros perceptivos y extendidas a lo largo de toda la corteza. Dichas células mantienen en forma de energía potencial las imágenes que han sido impresionadas desde los centros perceptivos y pueden recuperarse merced a la excitación de dichos centros perceptivos o por voluntad propia, en ausencia de estimulación sensorial, puesto que dichos centros conmemorativos no tienen conexión directa con los órganos sensoriales.

"También juzgamos verosímil que cada grupo de pirámides, enlazadas anatómicamente con una célula sensorial, conserve en estado latente las imágenes, o mejor dicho, las unidades de impresión que dicha célula le comunicó en épocas diversas. Semejantes imágenes latentes pueden concebirse como estratos discontinuos (extendidos sobre un considerable número de pirámides) de un cierto estado de energía potencial, que se convertiría fácilmente en energía actual, es decir, en vibración especialísima (la apercepción o percepción secundaria) bajo el estímulo de la voluntad o merced a otras condiciones" (1895, pg. 500).

Así pues, la memoria consiste en imágenes latentes conservadas en forma de energía potencial. Para que pueda llevarse a cabo la fijación de dichas imágenes en la memoria son precisos los siguientes factores: atención, repetición, intensidad de la imagen e integración esquemática.

"Empero, todo grupo piramidal sensorial no conserva latentes cuantas impresiones afectaron las células acústicas o retinianas, sino exclusivamente aquellas que, en virtud de una atención repetida, alcanzaran la energía necesaria para grabarse. Obra, pues, la atención, como un mordiente selectivo de la imagen, fijando y reforzando en ciertos puntos su colorido; y esto explica por qué una sensación recordada es siempre diferente de la ofrecida por el órgano sensorial correspondiente: en realidad el recuerdo representa una especie de integración de aquellos puntos de la imagen atendidos con suficiente intensidad, como las llamadas fotografías compuestas o de familia, presenta bien aparentes los rasgos esenciales, pero vagos, inciertos y hasta totalmente oscurecidos, muchos detalles" (1895, pg. 500).

El ejercicio mental produce no sólo refuerzo de las vías orgánicas establecidas, sino también la creación de otras nuevas. Los centros conmemorativos primarios y secundarios estarían relacionados con otros muchos centros y neuronas, de manera que una excitación sensorial ligera producirá combinaciones ideales amplias y fecundas. En los cerebros ineducados dicha excitación no produciría sino alguna débil excitación en los centros conmemorativos. El ejercicio *gimnasia mental*, como gustaba definirlo Cajal, explicaría también la memoria lógica, "ese encadenamiento y subordinación ordenada de las adquisiciones, que no se logra sino tras largo esfuerzo de atención y reflexión y mediante una nueva organización de los centros

conmemorativos; así como la creación de sistemas arquitectónicos de ideas o construcciones lógicas complicadas (sistemas o credos filosóficos, religiosos y políticos)." (1897, pg. 1150-1151).

Para finalizar, señalaremos que tanto la percepción como la memoria estarían representadas corticalmente. Los centros de proyección reciben las impresiones de los sentidos y las convierten en percepciones. Dichos centros están localizados en zonas corticales determinadas para cada tipo de percepción, mientras que los centros conmemorativos, o de asociación, responsables del almacenamiento de las imágenes, no están en relación directa con los receptores sensoriales, pero sí con los centros de proyección, localizándose entre dichos centros perceptivos y ocupando la mayor parte de la corteza.

c. Atención

Cajal conoce y consulta la obra *Psychologie de l'attention* de Ribot, si bien la teoría cajaliana de la atención es perfectamente coherente con sus postulados neuropsicológicos, basándose en los mismos principios que rigen cualquier otra actividad mental y neuronal.

"Bajo la influencia de la voluntad se contraerían los pseudópodos fijos en los capilares de un grupo más o menos considerable de células neuróglícas perivasculares y el capilar estirado en todas direcciones hacia la sustancia gris inmediata aumentaría su diámetro y ocuparía casi toda la cavidad linfática que lo rodea. De esta suerte podrían producirse congestiones de la sustancia gris todo lo precisas y limitadas que exige el monoideismo de la atención. Hasta los espacios linfáticos perivasculares parecen responder al propósito de facilitar dichas congestiones, impidiendo las presiones o conmociones que una turgescencia vascular demasiado brusca podría ocasionar en las células nerviosas limitrofes" (1895, pg 507-508).

d. Inteligencia

La inteligencia depende del número de conexiones de células psíquicas (piramidales). Las expansiones protoplásmicas y colaterales nerviosos se extienden y ramifican. El trabajo mental impulsa este crecimiento ampliando el sistema de asociaciones, puesto que es el sistema de asociaciones entre las células, y no el número de células global, lo que es susceptible de reproducirse y ampliarse.

Las alusiones a la optimización y perfeccionamiento de la inteligencia en base al ejercicio mental son constantes, no sólo en su obra histológica, sino en toda su obra literaria, ensayos, prólogos y discursos.

"... Para comprender este importante fenómeno se hace necesario admitir, además del refuerzo de las vías orgánicas preestablecidas, el establecimiento de otras nuevas mediante la ramificación y crecimiento progresivo de las ramificaciones dendríticas y nerviosas terminales. En tal suposición, el talento adquirido tendría por principal condición la presencia de centros conmemorativos primarios y secundarios

provistos de enlaces múltiples y complicados entre órdenes o pléyades neuronales poco o nada relacionadas en los cerebros incultos". (1897, pg.1150).

"Si entender es, como dice Bain, percibir semejanzas y diferencias entre nuestras ideas, la riqueza y amplitud de juicio serán tanto más grandes cuanto mayor número de adquisiciones o imágenes le sirvan de materia y cuanto más extenso sea el sistema de relaciones que entre ellas consienta establecer el substractum celular del cerebro". (1892, pg. 29).

4. SIGNIFICADO HISTORICO DE LA OBRA DE CAJAL EN NEUROPSICOLOGIA: CAJAL COMO ANTECEDENTE DEL NEOFUNCIONALISMO ESTRUCTURAL.

Carpintero (1987) introduce el término "neofuncionalismo estructural" como "escuela" psicológica que engloba a una serie de investigadores que presentan una serie de rasgos comunes característicos. Lo más representativo de esta escuela es que los autores defienden la relevancia de un determinado tipo de estructura como determinante de la conducta. No obstante, mantienen "*una preocupación funcionalista, que lleva a ver la conducta como una actividad unificada por su funcionalidad, por su para qué o significación*" (pg. 119).

Nosotros pensamos que la obra neuropsicológica de Ramón y Cajal puede considerarse como un antecedente del neofuncionalismo estructural.

1. "Estructural" porque concibe que la actividad mental propia del ser humano está en función de la estructura característica de su sistema nervioso. Es más, para Cajal, la propia actividad mental depende de la aparición a nivel filogenético en los organismos superiores de las células piramidales, que son las que están verdaderamente relacionadas con las funciones psicológicas.

Las células de axón corto aparecen en el hombre en un lujo de formas, variedad y cantidad, inusitado en cualquier otro encéfalo animal, y es este fenómeno lo que confiere las funciones característicamente humanas, a la vez que explica las diferencias cualitativas entre el hombre y otros animales superiores de la escala filogenética.

"En los vertebrados superiores, coincidiendo con la aparición de la célula piramidal del cerebro, surge un nuevo factor dinámico: el almacenamiento de las impresiones sensitivo-sensoriales recolectadas del mundo exterior y su transformación en ideas y voliciones. Tal excitación visual, por ejemplo, no será enteramente reflejada por la reacción motriz automática, sino que será en parte absorbida y retenida indefinidamente por las neuronas cerebrales, para dar lugar mucho tiempo después, y con ocasión de nuevas excitaciones del mundo exterior o de estímulos internos, a manifestaciones motrices de varia naturaleza. Esta absorción de la conmoción sensorial o sensitiva representa una de las condiciones indispensables de los fenómenos que llamamos recuerdo, pensamiento, juicio y volición. El substractum de tan elevadas actividades no es probablemente otro que el conjunto de las neuronas de asociación de la corteza cerebral, es decir, de aquellas células que establecen

asociación entre todos los focos sensitivos y sensoriales centrales" (López Piñero 1986, pg. 171-172).

Cajal no sólo defiende que la actividad mental depende de una configuración anatómica característica del sistema nervioso, sino que las diferencias observables en dichas funciones mentales entre diferentes personas, o la optimización de dichas aptitudes en un mismo individuo, son debidas a modificación estructural de dicha organización neuronal. El entrenamiento en dichas funciones psíquicas (memoria, inteligencia, percepción) produce reforzamiento de las conexiones neuronales establecidas y aparición de nuevas asociaciones.

"Explicación de la adaptación y destreza funcional, o sea, del perfeccionamiento funcional acarreado por el ejercicio, tanto por el robustecimiento progresivo de las vías nerviosas excitadas por el paso de la onda, como por la creación de nuevos apéndices celulares (crecimiento de nuevas dendritas y alargamiento y ramificación de colaterales nerviosas, no congénitas), susceptibles de mejorar el ajuste y la extensión de los contactos y aún de organizar relaciones absolutamente nuevas entre neuronas primitivamente inconexas".(Cajal, 1892, pg 188).

2. "Funcional" porque, como acabamos de señalar, la propia configuración del sistema nervioso se modifica en función del entrenamiento a que está sometida. Por utilizar una terminología cajaliana, los cerebros educados poseerán mayor número de ramificaciones y conexiones neuronales que los cerebros ineducados, que poseerán un limitado número de asociaciones y verán reducidas muchas de sus funciones mentales.

El entrenamiento en diferentes habilidades mentales facilita el robustecimiento de las conexiones neuronales y la aparición de conexiones entre células cercanas en función de las exigencias de dicha actividad. Así pues, es la propia actividad mental la responsable de la distribución y número de conexiones corticales, que a su vez determinarán la cualidad de las funciones psicológicas.

"Nadie ignora que la obra de un pianista, de un orador, de un matemático, de un pensador, etc., resulta absolutamente inabordable para el hombre ineducado, cuya adaptación al nuevo trabajo (caso de que concurren en el sujeto circunstancias orgánicas favorables) es obra de muchos años de gimnasia mental y muscular. Para comprender este importante fenómeno se hace necesario admitir, además del refuerzo de las vías orgánicas preestablecidas, el establecimiento de otras nuevas, mediante la ramificación y crecimiento progresivo de las ramificaciones dendríticas y nerviosas terminales. En tal suposición, el talento adquirido (dejando a un lado lo relativo a la capacidad cerebral o memoria orgánica, cuantía de neuronas u otras condiciones que deben influir también en el resultado), tendría por principal condición la presencia de centros conmemorativos primarios y secundarios provistos de enlaces múltiples y complicados entre órdenes o pléyades neuronales poco o nada relacionadas en los cerebros incultos. Por virtud de esta superior asociación, una excitación sensorial ligera, la contemplación de una idea, un estímulo, en fin, cualquiera incapaz de producir en un cerebro ineducado sino asociaciones vulgares o ilógicas, suscita en las cabezas fuertemente cultivadas e impresionables, combinaciones ideales inesperadas que traducen esquemática, pero fielmente, relaciones positivas de la realidad exterior y se condensan y expresan en fórmulas generales y fecundas" (1897, pg. 1150)

Nos gustaría finalizar con una cita de Ramón y Cajal, extraída del prólogo al libro de Tomás Maestre, *Introducción a la psicología positiva*. En este párrafo expresa con su singular estilo narrativo de extraordinaria belleza los contenidos fundamentales que hemos repasado en nuestro trabajo.

"Cuando se conozcan minuciosamente las condiciones físico-químicas de la memoria, del sentimiento, del raciocinio; cuando sean analizados y determinados los resortes ocultos que favorecen o contrarian la variación, atrofia o perfeccionamiento de las expansiones neuronales y de sus neurofibrillas interiores; cuando no sea inexcusable arcano la bioquímica de la herencia, de la adaptación y del ejercicio; cuando el futuro ingeniero neuronal (que así se llamará quizá dentro de algunos miles de años) deduzca del examen de un discurso, de un cuadro, de una invención industrial o científica las células que entraron en vibración, el camino recorrido por la asociación mental, las coordinaciones motrices y hasta el número y cualidad de las percepciones arribadas a la conciencia del autor y que formaron la materia prima de la creación artística o científica... entonces el encéfalo, en vez de ser veleidoso globo camido entre brumas y juguete de una meteorología ignorada, se convertirá en impertérrito en su destino, insensible a las embestidas del viento y a las amenazas del rayo... Entonces el hombre será verdadero rey de la creación, porque habrá alcanzado el triunfo más glorioso y trascendental de la vida: la conquista de su propio cerebro, es decir, el esclarecimiento del formidable misterio, la solemne toma de posesión del arca sagrada, resumen y síntesis del Cosmos, en cuyo seno duermen inviolados los gérmenes de las verdades eternas" (1905).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Carpintero, H. (1987): *Historia de la Psicología. Vol II*. Valencia: Nau Libres.
- Chóliz, M. (1992): Ramón y Cajal y Skinner: coincidencias teóricas, metodológicas y biográficas. *Comunicación presentada al V Symposium de la S.E.H.P.* San Sebastián
- López Piñero, J.M. (1986): *Cajal: Antología*. Barcelona: Península.
- Ramón y Cajal, S. (1894): Consideraciones generales sobre la morfología de la célula nerviosa. *La Veterinaria Española*. Junio.
- Ramón y Cajal, S. (1895): *Algunas conjeturas sobre el mecanismo anatómico de la ideación, asociación y atención*. Madrid: Librería de Nicolás Moya.
- Ramón y Cajal, S. (1905): "Prólogo a Tomás Maestre" *Introducción a la psicología positiva*. Madrid, Bailly-Bailliere
- Ramón y Cajal, S. (1897-1904): *Textura del sistema nervioso del hombre y los vertebrados*. Madrid Librería de Nicolás Moya.
- Ramón y Cajal, S. (1913-1914): *Estudios sobre la degeneración y regeneración del sistema nervioso*. Madrid. Librería de Nicolás Moya.
- Ramón y Cajal, S. (1941): *Los ídolos de la voluntad*. Madrid. Espasa-Calpe
- Ramón y Cajal, S. (1981): *Recuerdos de mi vida: historia de mi labor científica*. Madrid. Alianza.